This is a digital copy of a book that was preserved for generations on library shelves before it was carefully scanned by Google as part of a project to make the world's books discoverable online.

It has survived long enough for the copyright to expire and the book to enter the public domain. A public domain book is one that was never subject to copyright or whose legal copyright term has expired. Whether a book is in the public domain may vary country to country. Public domain books are our gateways to the past, representing a wealth of history, culture and knowledge that's often difficult to discover.

Marks, notations and other marginalia present in the original volume will appear in this file - a reminder of this book's long journey from the publisher to a library and finally to you.

Usage guidelines

Google is proud to partner with libraries to digitize public domain materials and make them widely accessible. Public domain books belong to the public and we are merely their custodians. Nevertheless, this work is expensive, so in order to keep providing this resource, we have taken steps to prevent abuse by commercial parties, including placing technical restrictions on automated querying.

We also ask that you:

+ *Make non-commercial use of the files* We designed Google Book Search for use by individuals, and we request that you use these files for personal, non-commercial purposes.

+ *Refrain from automated querying* Do not send automated queries of any sort to Google's system: If you are conducting research on machine translation, optical character recognition or other areas where access to a large amount of text is helpful, please contact us. We encourage the use of public domain materials for these purposes and may be able to help.

+ *Maintain attribution* The Google "watermark" you see on each file is essential for informing people about this project and helping them find additional materials through Google Book Search. Please do not remove it.

+ *Keep it legal* Whatever your use, remember that you are responsible for ensuring that what you are doing is legal. Do not assume that just because we believe a book is in the public domain for users in the United States, that the work is also in the public domain for users in other countries. Whether a book is still in copyright varies from country to country, and we can't offer guidance on whether any specific use of any specific book is allowed. Please do not assume that a book's appearance in Google Book Search means it can be used in any manner anywhere in the world. Copyright infringement liability can be quite severe.

About Google Book Search

Google's mission is to organize the world's information and to make it universally accessible and useful. Google Book Search helps readers discover the world's books while helping authors and publishers reach new audiences. You can search through the full text of this book on the web at `http://books.google.com/`

Über dieses Buch

Dies ist ein digitales Exemplar eines Buches, das seit Generationen in den Regalen der Bibliotheken aufbewahrt wurde, bevor es von Google im Rahmen eines Projekts, mit dem die Bücher dieser Welt online verfügbar gemacht werden sollen, sorgfältig gescannt wurde.

Das Buch hat das Urheberrecht überdauert und kann nun öffentlich zugänglich gemacht werden. Ein öffentlich zugängliches Buch ist ein Buch, das niemals Urheberrechten unterlag oder bei dem die Schutzfrist des Urheberrechts abgelaufen ist. Ob ein Buch öffentlich zugänglich ist, kann von Land zu Land unterschiedlich sein. Öffentlich zugängliche Bücher sind unser Tor zur Vergangenheit und stellen ein geschichtliches, kulturelles und wissenschaftliches Vermögen dar, das häufig nur schwierig zu entdecken ist.

Gebrauchsspuren, Anmerkungen und andere Randbemerkungen, die im Originalband enthalten sind, finden sich auch in dieser Datei – eine Erinnerung an die lange Reise, die das Buch vom Verleger zu einer Bibliothek und weiter zu Ihnen hinter sich gebracht hat.

Nutzungsrichtlinien

Google ist stolz, mit Bibliotheken in partnerschaftlicher Zusammenarbeit öffentlich zugängliches Material zu digitalisieren und einer breiten Masse zugänglich zu machen. Öffentlich zugängliche Bücher gehören der Öffentlichkeit, und wir sind nur ihre Hüter. Nichtsdestotrotz ist diese Arbeit kostspielig. Um diese Ressource weiterhin zur Verfügung stellen zu können, haben wir Schritte unternommen, um den Missbrauch durch kommerzielle Parteien zu verhindern. Dazu gehören technische Einschränkungen für automatisierte Abfragen.

Wir bitten Sie um Einhaltung folgender Richtlinien:

+ *Nutzung der Dateien zu nichtkommerziellen Zwecken* Wir haben Google Buchsuche für Endanwender konzipiert und möchten, dass Sie diese Dateien nur für persönliche, nichtkommerzielle Zwecke verwenden.

+ *Keine automatisierten Abfragen* Senden Sie keine automatisierten Abfragen irgendwelcher Art an das Google-System. Wenn Sie Recherchen über maschinelle Übersetzung, optische Zeichenerkennung oder andere Bereiche durchführen, in denen der Zugang zu Text in großen Mengen nützlich ist, wenden Sie sich bitte an uns. Wir fördern die Nutzung des öffentlich zugänglichen Materials für diese Zwecke und können Ihnen unter Umständen helfen.

+ *Beibehaltung von Google-Markenelementen* Das "Wasserzeichen" von Google, das Sie in jeder Datei finden, ist wichtig zur Information über dieses Projekt und hilft den Anwendern weiteres Material über Google Buchsuche zu finden. Bitte entfernen Sie das Wasserzeichen nicht.

+ *Bewegen Sie sich innerhalb der Legalität* Unabhängig von Ihrem Verwendungszweck müssen Sie sich Ihrer Verantwortung bewusst sein, sicherzustellen, dass Ihre Nutzung legal ist. Gehen Sie nicht davon aus, dass ein Buch, das nach unserem Dafürhalten für Nutzer in den USA öffentlich zugänglich ist, auch für Nutzer in anderen Ländern öffentlich zugänglich ist. Ob ein Buch noch dem Urheberrecht unterliegt, ist von Land zu Land verschieden. Wir können keine Beratung leisten, ob eine bestimmte Nutzung eines bestimmten Buches gesetzlich zulässig ist. Gehen Sie nicht davon aus, dass das Erscheinen eines Buchs in Google Buchsuche bedeutet, dass es in jeder Form und überall auf der Welt verwendet werden kann. Eine Urheberrechtsverletzung kann schwerwiegende Folgen haben.

Über Google Buchsuche

Das Ziel von Google besteht darin, die weltweiten Informationen zu organisieren und allgemein nutzbar und zugänglich zu machen. Google Buchsuche hilft Lesern dabei, die Bücher dieser Welt zu entdecken, und unterstützt Autoren und Verleger dabei, neue Zielgruppen zu erreichen. Den gesamten Buchtext können Sie im Internet unter `http://books.google.com` durchsuchen.

LANE MEDICAL LIBRARY STANFORD STOR
B670 H57 1895
Ueber die Beziehungen zwischen Licht und
24503285769

Ueber die Beziehungen

zwischen

Licht und Elektricität.

Ein Vortrag

gehalten

bei der 62. Versammlung deutscher Naturforscher
und Aerzte

in Heidelberg

von

Heinrich Hertz,
weil. Professor der Physik an der Universität Bonn.

Neunte Auflage.

Bonn,
Verlag von Emil Strauß.
1895.

B670
H57
1895

LANE

MEDICAL LIBRARY

LEVI COOPER LANE FUND

Ueber die Beziehungen

zwiſchen

Licht und Elektri

LANE

MEDICAL LIBRARY

LEVI COOPER LANE FUND

Ueber die Beziehungen

zwiſchen

Licht und Elektricität.

LANE

MEDICAL LIBRARY

LEVI COOPER LANE FUND

Ueber die Beziehungen

zwiſchen

Licht und Elektricität.

Ueber die Beziehungen

zwiſchen

Licht und Elektricität.

Ein Vortrag

gehalten

bei der 62. Verſammlung deutſcher Naturforſcher und Aerzte

in Heidelberg

von

Heinrich Hertz,

weil. Profeſſor der Phyſik an der Univerſität Bonn

Neunte Auflage.

Bonn,

Verlag von Emil Strauß.

1895.

B670
H57
1895

Hochansehnliche Versammlung!

Wenn von Beziehungen zwischen Licht und Elektricität die Rede ist, denkt der Laie zunächst an das elektrische Licht. Mit diesem Gegenstand hat indessen unser heutiger Vortrag nichts zu thun. Dem Physiker fallen dabei eine Reihe zarter Wechselwirkungen zwischen beiden Kräften ein, etwa die Drehung der Polarisationsebene durch den Strom, oder die Aenderung von Leitungswiderständen durch das Licht. In diesen treffen indeß Licht und Elektricität nicht unmittelbar zusammen, zwischen beide großen Kräfte tritt als Vermittler ein Drittes, die ponderabele Materie. Auch mit dieser Gruppe von Erscheinungen wollen wir uns nicht befassen. Es giebt andere Beziehungen zwischen beiden Kräften, inniger. enger als die bisher erwähnten. Die Behauptung, welche ich vor Ihnen vertreten möchte, sagt geradezu aus: Das Licht ist eine elektrische Erscheinung, das Licht an sich, alles Licht, das Licht der Sonne, das Licht einer Kerze, das Licht eines Glühwurms. Nehmt aus der Welt die Elektricität, und

73614

das Licht verſchwindet; nehmt aus der Welt den lichttragenden Aether, und die elektriſchen und magnetiſchen Kräfte können nicht mehr den Raum überſchreiten. Dies iſt unſere Behauptung. Sie iſt nicht von heute und geſtern, ſie hat ſchon eine längere Geſchichte hinter ſich. Ihre Geſchichte giebt ihre Begründung. Eigene Verſuche von mir, welche ſich auf dieſen Gegenſtand beziehen, bilden nur ein Glied in einer längeren Kette. Und von der Kette, nicht allein von dem einzelnen Gliede möchte ich Ihnen erzählen. Nicht leicht iſt es freilich, von dieſen Dingen zugleich verſtändlich und völlig zutreffend zu reden. Die Vorgänge, von welchen wir handeln, haben ihren Tummelplatz im leeren Raume, im freien Aether. Dieſe Vorgänge ſind an ſich unfaßbar für die Hand, unhörbar für das Ohr, unſichtbar für das Auge; der inneren Anſchauung, der begrifflichen Verknüpfung ſind ſie zugänglich, aber nur ſchwer der ſinnlichen Beſchreibung. So viel wie möglich wollen wir daher verſuchen, an die Anſchauungen und Vorſtellungen anzuknüpfen, welche wir ſchon beſitzen. Rufen wir uns alſo zurück, was wir vom Licht und der Elektricität Sicheres wiſſen, ehe wir verſuchen, beide mit einander in Verbindung zu ſetzen.

Was iſt denn das Licht? Seit den Zeiten Young's und Fresnel's wiſſen wir, daß es eine Wellenbewegung iſt. Wir kennen die Geſchwindigkeit der Wellen, wir kennen ihre Länge, wir wiſſen, daß es Transverſalwellen

sind; wir kennen mit einem Worte die geometrischen Verhältnisse der Bewegung vollkommen. An diesen Dingen ist ein Zweifel nicht mehr möglich, eine Widerlegung dieser Anschauung ist für den Physiker undenkbar. Die Wellentheorie des Lichtes ist, menschlich gesprochen, Gewißheit; was aus derselben mit Nothwendigkeit folgt, ist ebenfalls Gewißheit. Es ist also auch gewiß, daß aller Raum, von dem wir Kunde haben, nicht leer ist, sondern erfüllt mit einem Stoffe, welcher fähig ist, Wellen zu schlagen, dem Aether. Aber so bestimmt auch unsere Kenntnisse von den geometrischen Verhältnissen der Vorgänge in diesem Stoffe sind, so unklar sind noch unsere Vorstellungen von der physikalischen Natur dieser Vorgänge, so widerspruchsvoll zum Theil unsere Annahmen über die Eigenschaften des Stoffes selbst. Naiv und unbefangen hatte man von vornherein die Wellen des Lichtes, sie mit denen des Schalles vergleichend, als elastische Wellen angesehen und behandelt. Nun sind aber elastische Wellen in Flüssigkeiten nur in der Form von Longitudinalwellen bekannt. Elastische Transversalwellen in Flüssigkeiten sind nicht bekannt, die sind nicht einmal möglich, sie widersprechen der Natur des flüssigen Zustandes. Also war man zu der Behauptung gezwungen, der raumerfüllende Aether verhalte sich wie ein fester Körper. Betrachtete man dann aber den ungestörten Lauf der Gestirne und suchte sich Rechenschaft von der Möglichkeit desselben

zu geben, so war wiederum die Behauptung nicht zu umgehen, der Aether verhalte sich wie eine vollkommene Flüssigkeit. Neben einander bildeten beide Behauptungen einen für den Verstand schmerzhaften Widerspruch, welcher die schön entwickelte Optik entstellte. Suchen wir denselben nicht zu bemänteln; wenden wir uns vielmehr der Elektricität zu, vielleicht daß ihre Erforschung uns zur Hebung auch dieser Schwierigkeit verhilft

Was ist denn die Elektricität? Das ist allerdings eine große Frage. Sie erregt Interesse weit über die Grenzen der engeren Wissenschaft hinaus. Die meisten, welche sie stellen, zweifeln dabei nicht an der Existenz der Elektricität an sich, sie erwarten eine Beschreibung, eine Aufzählung der Eigenschaften und Kräfte dieses wunderbaren Stoffes. Für den Fachmann hat die Frage zunächst die andere Form: Giebt es denn überhaupt Elektricitäten? Lassen sich die elektrischen Erscheinungen nicht wie alle anderen Erscheinungen allein auf die Eigenschaften des Aethers und der ponderabeln Materie zurückführen? Wir sind weit davon entfernt, darüber entschieden zu haben, diese Frage bejahen zu können. In unserer Vorstellung spielt sicherlich die stofflich gedachte Elektricität eine große Rolle. Und in der Redeweise vollends herrschen heutzutage noch unumschränkt die althergebrachten, Allen geläufigen, uns gewissermaßen liebgewordenen Vorstellungen von den beiden sich anziehenden und abstoßen-

den Elektricitäten, welche mit ihren Fernwirkungen wie mit geistigen Eigenschaften begabt sind. Die Zeit, in welcher man diese Vorstellungen ausbildete, war die Zeit, in welcher das Newton'sche Gravitationsgesetz seine schönsten Triumphe am Himmel feierte; die Vorstellung von unvermittelten Fernwirkungen war den Geistern geläufig. Die elektrischen und magnetischen Anziehungen folgten dem gleichen Gesetze wie die Wirkung der Gravitation; was Wunders, wenn man glaubte, durch Annahme einer ähnlichen Fernwirkung die Erscheinungen in einfachster Weise erklärt, dieselben auf den letzten erkennbaren Grund zurückgeführt zu haben. Freilich wurde das anders, als im gegenwärtigen Jahrhundert die Wechselwirkungen zwischen elektrischen Strömen und Magneten hinzukamen, welche unendlich viel mannigfaltiger sind, in welchen die Bewegung, die Zeit eine so große Rolle spielt. Man wurde gezwungen, die Zahl der Fernwirkungen zu vermehren, an ihrer Form herumzubessern. Dabei ging die Einfachheit, die physikalische Wahrscheinlichkeit mehr und mehr verloren. Durch das Aufsuchen umfassender einfacher Formen, sogenannter Elementargesetze, suchte man diese wiederzuerlangen. Das berühmte Weber'sche Gesetz ist der wichtigste Versuch dieser Art. Man mag über die Richtigkeit desselben denken, wie man will, die Gesammtheit dieser Bestrebungen bildete ein in sich geschlossenes System voll wissenschaftlichen Reizes; wer einmal in den Zauberkreis

desselben hineingerathen war, blieb in demselben gefangen. War der eingeschlagene Weg gleichwohl eine falsche Fährte, so konnte Warnung nur kommen von einem Geiste von großer Frische, der wie von Neuem unbefangen den Erscheinungen entgegentrat, der wieder ausging von dem, was er sah, nicht von dem, was er gehört, gelernt, gelesen hatte. Ein solcher Geist war Faraday. Faraday hörte zwar sagen, daß bei der Elektrisirung eines Körpers man etwas in ihn hineinbringe, aber er sah, daß die eintretenden Aenderungen nur außerhalb sich bemerkbar machten, durchaus nicht im Innern. Faraday wurde gelehrt, daß die Kräfte den Raum einfach übersprängen, aber er sah, daß es von größtem Einflusse auf die Kräfte war, mit welchem Stoff der angeblich übersprungene Raum erfüllt war. Faraday las, daß es Elektricitäten sicher gebe, daß man aber über ihre Kräfte sich streite, und doch sah er, wie diese Kräfte ihre Wirkungen greifbar entfalteten, während er von den Elektricitäten selbst nichts wahrzunehmen vermochte. So kehrte sich in seiner Vorstellung die Sache um. Die elektrischen und magnetischen Kräfte selber wurden ihm das Vorhandene, das Wirkliche, das Greifbare; die Elektricität, der Magnetismus wurden ihm Dinge, über deren Vorhandensein man streiten kann. Die Kraftlinien, wie er die selbstständig gedachten Kräfte nannte, standen vor seinem geistigen Auge im Raume als Zustände desselben, als Spannungen, als Wirbel, als Strö-

mungen, als was auch immer — das vermochte er selbst nicht anzugeben, — aber da standen sie, beeinflußten einander, schoben und drängten die Körper hin und her und breiteten sich aus, von Punkt zu Punkt einander die Erregung mittheilend. Auf den Einwand, wie denn im leeren Raume andere Zustände als vollkommene Ruhe möglich seien, konnte er antworten: Ist denn der Raum leer? Zwingt uns nicht schon das Licht, ihn als erfüllt zu denken? Könnte nicht der Aether, welcher die Wellen des Lichtes leitet, auch fähig sein, Aenderungen aufzunehmen, welche wir als elektrische und magnetische Kräfte bezeichnen? Wäre nicht sogar ein Zusammenhang zwischen diesen Aenderungen und jenen Wellen denkbar? Könnten nicht die Wellen des Lichtes etwas wie Erzitterung solcher Kraftlinien sein?

Soweit etwa kam Faraday in seinen Anschauungen, seinen Vermuthungen. Beweisen konnte er dieselben nicht. Eifrig suchte er nach Beweisen. Untersuchungen über den Zusammenhang von Licht, Magnetismus, Elektricität waren Lieblingsgegenstände seiner Arbeit. Der schöne Zusammenhang, welchen er fand, war nicht derjenige, welchen er suchte. Auch suchte er weiter, und nur sein höchstes Alter machte diesen Bestrebungen ein Ende. Unter den vielen Fragen, welche er sich beständig aufwarf, kehrte immer wieder die Frage, ob die elektrischen und magnetischen Kräfte Zeit zu ihrer Ausbreitung nöthig hätten. Wenn wir einen

Magneten plötzlich durch den Strom erregen, wird seine Wirkung sofort bis zu den größten Entfernungen verspürt? Oder trifft sie zunächst die benachbarten Nadeln, dann die folgenden, endlich die ganz entfernten? Wenn wir einen Körper in schneller Abwechslung umelektrisiren, schwankt dann die Kraft in allen Entfernungen gleichzeitig? Oder treffen die Schwankungen um so später ein, je mehr wir uns von dem Körper entfernen? In letzterem Falle würde sich die Wirkung der Schwankung als eine Welle in den Raum ausbreiten. Giebt es solche Wellen? Faraday erhielt keine Antwort mehr auf diese Fragen. Und doch ist ihre Beantwortung auf's Engste mit seinen Grundvorstellungen verknüpft. Wenn es Wellen elektrischer Kraft giebt, die unbekümmert um ihren Ursprung im Raume forteilen, so beweisen sie uns auf's Deutlichste den selbstständigen Bestand der Kräfte, welche sie bilden. Daß diese Kräfte den Raum nicht überspringen, sondern von Punkt zu Punkt fortschreiten, können wir nicht besser beweisen, als indem wir ihren Fortschritt von Augenblick zu Augenblick thatsächlich verfolgen. Auch sind die aufgeworfenen Fragen der Beantwortung nicht unzugänglich, es lassen sich wirklich diese Dinge durch sehr einfache Versuche angreifen. Wäre es Faraday vergönnt gewesen, den Weg zu diesen Versuchen aufzuspüren, so hätten seine Anschauungen sogleich die Herrschaft davongetragen. Der Zusammenhang von Licht und Elektricität wäre dann von

Anfang an so hell hervorgetreten, daß er selbst weniger scharfsichtigen Augen als den seinen nicht hätte entgehen können.

Indessen ein so leichter und schneller Weg war der Wissenschaft nicht beschieden. Die Versuche gaben einstweilen keine Auskunft, und auch der Theorie lag ein Eingehen in Faraday's Gedankenkreis zunächst fern. Die Behauptung, daß elektrische Kräfte unabhängig von ihren Elektricitäten bestehen könnten, widersprach geradewegs den herrschenden elektrischen Theorien. Ebenso wies die herrschende Optik entschieden den Gedanken ab, es könnten die Wellen des Lichtes auch wohl anderer als elastischer Natur sein. Der Versuch, die eine oder die andere dieser Behauptungen eingehender zu behandeln, mußte fast als müssige Speculation erscheinen. Wie sehr müssen wir also den glücklichen Geist eines Mannes bewundern, welcher zwei Vermuthungen, die jede für sich so ferne lagen, so mit einander zu verknüpfen wußte, daß sie sich gegenseitig stützten, und daß das Ergebniß eine Theorie war, welcher man die innere Wahrscheinlichkeit von vornherein nicht absprechen konnte. Der Mann, von welchem ich rede, war der Engländer Maxwell. Man kennt seine im Jahre 1865 veröffentlichte Arbeit unter dem Namen der elektromagnetischen Lichttheorie. Man kann diese wunderbare Theorie nicht studieren, ohne bisweilen die Empfindung zu haben, als wohne den mathematischen Formeln selbstständiges Leben und eigener Verstand inne,

als seien dieselben klüger als wir, klüger sogar als ihr Erfinder, als gäben sie uns mehr heraus, als seinerzeit in sie hineingelegt wurde. Es ist dies auch nicht geradezu unmöglich; es kann eintreten, wenn nämlich die Formeln richtig sind über das Maß dessen hinaus, was der Erfinder sicher wissen konnte. Freilich lassen sich solche umfassenden und richtigen Formeln nicht finden, ohne daß mit dem schärfsten Blicke jede leise Andeutung der Wahrheit aufgefaßt wird, welche die Natur durchscheinen läßt. Es liegt für den Kundigen auf der Hand, welcher Andeutung hauptsächlich Maxwell folgte. War dieselbe doch auch andern Forschern aufgefallen und hatte diese, Riemann und Lorenz, zu verwandten, wenn auch nicht ebenso glücklichen Speculationen angeregt. Es war der folgende Umstand. Bewegte Elektricität übt magnetische Kräfte, bewegter Magnetismus elektrische Kräfte aus, welche Wirkungen indessen nur bei sehr großen Geschwindigkeiten merklich werden. In die Wechselbeziehungen zwischen Elektricität und Magnetismus treten also Geschwindigkeiten ein, und die Constante, welche diese Beziehungen beherrscht und in denselben beständig wiederkehrt, ist selber eine Geschwindigkeit von ungeheurer Größe. Sie war auf verschiedenen Wegen, zuerst durch Kohlrausch und Weber, aus rein elektrischen Versuchen bestimmt worden und hatte sich, soweit es überhaupt die schwierigen Versuche erkennen ließen, gleich gezeigt einer andern wichtigen

Geschwindigkeit, der Geschwindigkeit des Lichtes. Es mochte das Zufall sein, aber einem Jünger Faraday's konnte es so nicht erscheinen. Ihm mußte es eine Folge davon sein, daß derselbe Aether die elektrischen Kräfte und das Licht übermittelt. Die beiden fast gleich gefundenen Geschwindigkeiten mußten in Wahrheit genau gleich sein. Dann aber fand sich die wichtigste optische Constante in den elektrischen Formeln bereits vor. Dies war das Band, welches Maxwell zu verstärken suchte. Er erweiterte die elektrischen Formeln in der Weise, daß sie alle bekannten Erscheinungen, aber neben denselben auch eine unbekannte Klasse von Erscheinungen enthielten, elektrische Wellen. Diese Wellen wurden dann Transversalwellen, deren Wellenlänge jeden Werth haben konnte, welche sich aber im Aether stets mit gleicher Geschwindigkeit, der Lichtgeschwindigkeit, fortpflanzten. Und nun konnte Maxwell darauf hinweisen, daß es Wellen von eben solchen geometrischen Eigenschaften in der Natur ja wirklich gäbe, wenn wir auch nicht gewohnt sind, sie als elektrische Erscheinungen zu betrachten, sondern sie mit einem besondern Namen, als Licht, bezeichnen. Leugnete man freilich Maxwell's elektrische Theorie, so fiel jeder Grund fort, seinen Ansichten in Betreff des Lichtes beizutreten. Oder hielt man fest daran, daß das Licht eine Erscheinung elastischer Natur sei, so verlor seine elektrische Theorie den Boden unter sich. Trat man aber unbekümmert um

bestehende Anschauungen an das Gebäude heran, so sah man einen Theil den andern stützen wie die Steine eines Gewölbes, und das Ganze schien über einem tiefen Abgrund des Unbekannten hinweg das Bekannte zu verbinden. Die Schwierigkeit der Theorie erlaubte freilich nicht sogleich, daß die Zahl ihrer Jünger sehr groß wurde. Wer aber einmal sie durchdacht hatte, wurde ihr Anhänger und suchte eifrig fortan, ihre ersten Voraussetzungen, ihre letzten Folgerungen zu prüfen. Die Prüfung durch den Versuch mußte sich freilich lange Zeit auf einzelne Behauptungen, auf das Außenwerk der Theorie beschränken. Ich verglich soeben die Maxwell'sche Theorie mit einem Gewölbe, welches eine Kluft unbekannter Dinge überspannt. Darf ich in diesem Bilde noch fortfahren, so würde ich sagen, daß Alles, was man lange Zeit zur Kräftigung dieses Gewölbes zu thun vermochte, darin bestand, daß man die beiden Widerlager verstärkte. Das Gewölbe ward dadurch in den Stand gesetzt, sich selber dauernd zu tragen, aber es hatte doch eine zu große Spannweite, als daß man es hätte wagen dürfen, auf ihm als sicherer Grundlage nun weiter in die Höhe zu bauen. Hierzu waren besondere Hauptpfeiler nothwendig, welche, vom festen Boden aus aufgemauert, die Mitte des Gewölbes faßten. Einem solchen Pfeiler wäre der Nachweis zu vergleichen gewesen, daß wir aus dem Lichte unmittelbar elektrische oder magnetische Wirkungen er-

halten können. Dieſer Pfeiler hätte unmittelbar dem optiſchen, mittelbar dem elektriſchen Theile des Gebäudes Sicherheit verliehen. Ein anderer Pfeiler wäre der Nachweis geweſen, daß es Wellen elektriſcher oder magnetiſcher Kraft giebt, welche ſich nach Art der Lichtwellen ausbreiten können. Dieſer Pfeiler hätte umgekehrt unmittelbar den elektriſchen, mittelbar den optiſchen Theil geſtützt. Eine harmoniſche Vollendung des Gebäudes wird den Aufbau beider Pfeiler erfordern, für das erſte Bedürfniß aber genügt einer von ihnen. Der erſtgenannte hat noch nicht in Angriff genommen werden können; für den letztgenannten aber iſt es nach langem Suchen endlich geglückt, einen ſicheren Stützpunkt zu finden; das Fundament iſt in genügender Breite gelegt; ein Theil des Pfeilers ſteht ſchon aufgemauert da, und unter der Arbeit vieler hülfreichen Hände wird er bald die Decke des Gewölbes erreichen und demſelben die Laſt des nun weiter zu errichtenden Gebäudes abnehmen. An dieſer Stelle war ich ſo glücklich, an der Arbeit Antheil nehmen zu können. Dieſem Umſtande verdanke ich die Ehre, daß ich heute zu Ihnen reden darf; er wird mich alſo auch entſchuldigen, wenn ich nunmehr Ihre Aufmerkſamkeit ganz auf dieſen einen Theil des Gebäudes hinzulenken verſuche. Freilich zwingt mich alsdann die Kürze dieſer Stunde, entgegen der Gerechtigkeit, die Arbeiten vieler Forſcher kurzweg zu überſpringen; ich kann Ihnen nicht zeigen, in wie man-

nigfaltiger Weiſe meine Verſuche vorbereitet waren, wie nahe einzelne Forſcher der Ausführung derſelben bereits gekommen ſind.

War es denn wirklich ſo ſchwer nachzuweiſen, daß elektriſche und magnetiſche Kräfte Zeit zu ihrer Ausbreitung brauchen? Konnte man nicht eine Leydener Flaſche entladen und direkt beobachten, ob die Zuckung eines entfernten Elektroſkops etwas ſpäter erfolgte? Genügte es nicht, in gleicher Abſicht auf eine Magnetnadel zu achten, während man in einiger Entfernung plötzlich einen Elektromagneten erregte? In der That hat man dieſe oder ähnliche Verſuche früher auch wohl angeſtellt, ohne indeſſen einen Zeitunterſchied zwiſchen Urſache und Wirkung wahrzunehmen. Einem Anhänger der Maxwell'ſchen Theorie muß das freilich als das nothwendige Ergebniß erſcheinen, bedingt durch die ungeheure Geſchwindigkeit der Ausbreitung. Die Ladung einer Leydener Flaſche, die Kraft eines Magneten können wir ſchließlich nur auf mäßige Entfernungen wahrnehmen, ſagen wir, auf zehn Meter. Einen ſolchen Raum durchfliegt das Licht, alſo nach der Theorie auch die elektriſche Kraft in dem dreißigmillionten Theil der Secunde. Ein derartiges Zeittheilchen können wir unmittelbar nicht meſſen, nicht wahrnehmen. Aber ſchlimmer als das, es ſtehen uns nicht einmal Zeichen zu Gebote, welche fähig wären, eine ſolche Zeit mit hinreichender Schärfe zu begrenzen. Wenn wir eine Länge

bis auf den zehnten Theil des Millimeters genau messen wollen, dürfen wir ihren Anfang nicht durch einen breiten Kreidestrich bezeichnen. Wenn wir eine Zeit auf den tausendsten Theil der Secunde genau bestimmen wollen, so ist es widersinnig, ihren Beginn durch den Schlag einer großen Glocke anzeigen zu wollen. Die Entladungszeit einer Leydener Flasche ist nun allerdings für unsere gewöhnlichen Begriffe verschwindend kurz. Aber das ist sie sicherlich schon, wenn sie etwa den dreißigtausendsten Theil der Secunde füllt. Und doch wäre sie alsdann für unseren gegenwärtigen Zweck noch mehr als tausendmal zu lang. Doch legt uns hier die Natur ein feineres Mittel nahe. Wir wissen seit lange, daß der Entladungsschlag einer Leydener Flasche kein gleichförmig ablaufender Vorgang ist, daß er sich, ähnlich dem Schlage einer Glocke, zusammensetzt aus einer großen Zahl von Schwingungen, von hin- und hergehenden Entladungen, welche sich in genau gleichen Perioden folgen. Die Elektricität ist im Stande, elastische Erscheinungen nachzuahmen. Die Dauer jeder einzelnen Schwingung ist viel kleiner, als die der Gesammtentladung, man kann auf den Gedanken kommen, die einzelne Schwingung als Zeichen zu benützen. Aber leider füllten die kürzesten beobachteten Schwingungen immer noch das volle Milliontel der Secunde. Während eine solche Schwingung verlief, breitete sich ihre Wirkung schon über dreihundert Meter

aus, in dem beſcheidenen Raume eines Zimmers mußte ſie als gleichzeitig mit der Schwingung empfunden werden. So konnte aus Bekanntem Hülfe nicht gewonnen werden, eine neue Erkenntniß mußte hinzukommen. Was hinzukam, war die Erfahrung, daß nicht allein die Entladung der Flaſchen, daß vielmehr unter beſonderen geeigneten Umſtänden die Entladung jedes beliebigen Leiters zu Schwingungen Anlaß giebt. Dieſe Schwingungen können viel kürzer ſein, als die der Flaſchen. Wenn Sie den Conductor einer Elektriſirmaſchine entladen, erregen Sie Schwingungen, deren Dauer zwiſchen dem hundertmillionten und dem tauſendmillionten Theil der Secunde liegt. Freilich folgen ſich dieſe Schwingungen nicht in lang anhaltender Reihe, es ſind wenige, ſchnell verlöſchende Zuckungen. Es wäre beſſer für unſere Verſuche, wenn dies anders wäre. Aber die Möglichkeit des Erfolges iſt uns ſchon gewährt, wenn wir auch nur zwei oder drei ſolcher ſcharfen Zeichen erhalten. Auch im Gebiete der Akuſtik können wir mit klappernden Hölzern eine dürftige Muſik erzeugen, wenn uns die gedehnten Töne der Pfeifen und Saiten verſagt ſind.

Wir haben jetzt Zeichen, für welche der dreißigmillionte Theil der Secunde nicht mehr kurz iſt. Aber dieſelben würden uns noch wenig nützen, wenn wir nicht im Stande wären, ihre Wirkung bis in die beabſichtigte Entfernung von etwa zehn Metern auch wirklich wahrzu-

nehmen. Es giebt hierfür ein sehr einfaches Mittel. Dorthin, wo wir die Kraft wahrnehmen wollen, bringen wir einen Leiter, etwa einen geraden Draht, welcher durch eine feine Funkenstrecke unterbrochen ist. Die rasch wechselnde Kraft setzt die Elektricität des Leiters in Bewegung und läßt einen Funken in demselben auftreten. Auch dies Mittel mußte durch die Erfahrung selbst an die Hand gegeben werden, die Ueberlegung konnte es nicht wohl voraussehen. Denn die Funken sind mikroskopisch kurz, kaum ein hundertstel Millimeter lang; ihre Dauer beträgt noch nicht den millionten Theil der Secunde. Es erscheint unmöglich, fast widersinnig, daß sie sollten sichtbar sein, aber im völlig dunkeln Zimmer für das geschonte Auge *sind* sie sichtbar. An diesem dünnen Faden hängt das Gelingen unseres Unternehmens. Zunächst drängt sich uns eine Fülle von Fragen entgegen. Unter welchen Umständen werden unsere Schwingungen am stärksten? Sorgfältig müssen wir diese Umstände aufsuchen und ausnützen. Welche Form geben wir am besten dem empfangenden Leiter? Wir können gerade, wir können kreisförmige Drähte, wir können Leiter anderer Form wählen, die Erscheinungen werden immer etwas anders ausfallen. Haben wir die Form festgesetzt, welche Größe wählen wir? Schnell zeigt sich, daß dieselbe nicht gleichgültig ist, daß wir nicht jede Schwingung mit demselben Leiter untersuchen können, daß Beziehungen zwischen

beiden bestehen, welche an die Resonanzerscheinungen der Akustik erinnern. Und schließlich, in wie viel verschiedenen Lagen können wir nicht einen und denselben Leiter in die Schwingungen halten! Bald sehen wir dann die Funken stärker ausfallen, bald schwächer werden, bald ganz verschwinden. Ich darf es nicht wagen, Sie von diesen Einzelheiten unterhalten zu wollen, im großen Zusammenhange sind es Nebensachen. Aber es sind nicht Nebensachen für den Arbeiter auf diesem Gebiete. Es sind die Eigenthümlichkeiten seines Werkzeuges. Wie sehr der Arbeiter sein Werkzeug kennt, davon hängt ab, was er mit demselben ausrichtet. Das Studium des Werkzeuges, das Eingehen in die erwähnten Fragen bildete denn auch den Haupttheil der zu bewältigenden Arbeit. Nachdem dieser Theil erledigt war, bot sich der Angriff auf die Hauptfrage von selber dar. Geben Sie einem Physiker eine Anzahl Stimmgabeln, eine Anzahl Resonatoren, und fordern Sie ihn auf, Ihnen die zeitliche Ausbreitung des Schalles nachzuweisen, er wird selbst in dem beschränkten Raume eines Zimmers keine Schwierigkeiten finden. Er stellt eine Stimmgabel beliebig im Zimmer auf, er horcht mit dem Resonator an den verschiedenen Stellen des Raumes herum und achtet auf die Schallstärke. Er zeigt, wie dieselbe in einzelnen Punkten sehr klein wird; er zeigt, wie dies daher rührt, daß hier jede Schwingung aufgehoben wird durch eine andere,

ſpäter abgegangene, welche auf einem kürzeren Wege zum gleichen Ziele gelangt iſt. Wenn ein kürzerer Weg weniger Zeit erfordert, als ein längerer, ſo iſt die Ausbreitung eine zeitliche. Die geſtellte Aufgabe iſt gelöſt. Aber unſer Akuſtiker zeigt uns nun weiter, wie die ſtillen Stellen periodiſch in gleichen Abſtänden ſich folgen; er mißt daraus die Wellenlänge, und wenn er die Schwingungsdauer der Gabel kennt, erhält er daraus auch die Geſchwindigkeit des Schalles. Nicht anders, ſondern genau ſo verfahren wir mit unſeren elektriſchen Schwingungen. An die Stelle der Stimmgabel ſetzen wir den ſchwingenden Leiter. Anſtatt des Reſonators ergreifen wir unſeren unterbrochenen Draht, den wir aber auch als elektriſchen Reſonator bezeichnen. Wir bemerken, wie derſelbe in einzelnen Stellen des Raumes Funken enthält, in anderen funkenfrei iſt; wir ſehen, wie ſich die todten Stellen nach feſten Geſetzmäßigkeiten periodiſch folgen — die zeitliche Ausbreitung iſt erwieſen, die Wellenlänge meßbar geworden. Man wirft die Frage auf, ob die gefundenen Wellen Longitudinal- oder Transverſalwellen ſeien. Wir halten unſern Draht in zwei verſchiedenen Lagen in dieſelbe Stelle der Welle; das eine Mal ſpricht er an, das andere Mal nicht. Mehr bedarf es nicht; die Frage iſt entſchieden, es ſind Transverſalwellen. Man fragt nach ihrer Geſchwindigkeit. Wir multipliciren die gemeſſene Wellenlänge mit der berechneten

Schwingungsdauer und finden eine Geschwindigkeit, welche der des Lichtes verwandt ist. Bezweifelt man die Zuverlässigkeit der Berechnung, so bleibt uns noch ein anderer Weg. Die Geschwindigkeit elektrischer Wellen in Drähten ist ebenfalls ungeheuer groß, mit dieser können wir die Geschwindigkeit unserer Wellen in der Luft unmittelbar vergleichen. Aber die Geschwindigkeit elektrischer Wellen in Drähten ist seit langer Zeit direkt gemessen. Es war dies eher möglich, weil sich diese Wellen auf viele Kilometer hin verfolgen lassen. So erhalten wir indirect eine rein experimentelle Messung auch unserer Geschwindigkeit, und wenn das Resultat auch nur roh ausfällt, so widerspricht es doch nicht dem bereits erhaltenen.

Alle diese Versuche sind im Grunde sehr einfach, aber sie führen doch die wichtigsten Folgerungen mit sich. Sie sind vernichtend für jede Theorie, welche die elektrischen Kräfte als zeitlos den Raum überspringend ansieht. Sie bedeuten einen glänzenden Sieg der Theorie Maxwell's. Nicht mehr verbindet dieselbe unvermittelt weit entlegene Erscheinungen der Natur. Wemihre Anschauung über das Wesen des Lichtes vorher nur die mindeste Wahrscheinlichkeit zu haben schien, dem ist es jetzt schwer, sich dieser Anschauung zu erwehren. Insoweit sind wir am Ziel. Aber vielleicht läßt sich hier die Vermittlung der Theorie sogar entbehren. Unsere Versuche bewegten

sich schon hart an der Höhe des Passes, welcher nach der Theorie das Gebiet des Lichtes mit dem der Elektricität verbindet. Es liegt nahe, einige Schritte weiter zu gehen und den Abstieg in das Gebiet der bekannten Optik zu versuchen. Es wird nicht überflüssig sein, die Theorie auszuschalten. Es giebt viele Freunde der Natur, welche sich für das Wesen des Lichtes interessiren, welche dem Verständnisse einfacher Versuche nicht unzugänglich sind, und welchen gleichwohl die Theorie Maxwell's ein Buch mit sieben Siegeln ist. Aber auch die Oekonomie der Wissenschaft fordert, daß Umwege vermieden werden, wo ein gerader Weg möglich ist. Können wir mit Hülfe elektrischer Wellen unmittelbar die Erscheinungen des Lichtes herstellen, so bedürfen wir keiner Theorie als Vermittlerin; die Verwandtschaft tritt aus den Versuchen selbst hervor. Solche Versuche sind in der That möglich. Wir bringen den Leiter, welcher die Schwingungen erregt, in der Brennlinie eines sehr großen Hohlspiegels an. Es werden dadurch die Wellen zusammengehalten, und treten als kräftig dahineilender Strahl aus dem Hohlspiegel aus. Freilich können wir diesen Strahl nicht unmittelbar sehen, noch fühlen; seine Wirkung äußert sich dadurch, daß er Funken in den Leitern erregt, auf welche er trifft. Er wird für unser Auge erst sichtbar, wenn sich dasselbe mit einem unserer Resonatoren bewaffnet. Im Uebrigen ist er ein wahrer Lichtstrahl. Wir können ihn durch Drehung des

Spiegels in verschiedene Richtungen senden, wir können durch Aufsuchung des Weges, welchen er nimmt, seine geradlinige Ausbreitung erweisen. Bringen wir leitende Körper in seinen Weg, so lassen dieselben den Strahl nicht hindurch, sie werfen Schatten. Dabei vernichten sie den Strahl aber nicht, sie werfen ihn zurück; wir können den reflektirten Strahl verfolgen und uns überzeugen, daß die Gesetze der Reflexion die der Reflexion des Lichtes sind. Auch brechen können wir den Strahl, in gleicher Weise wie das Licht. Um einen Lichtstrahl zu brechen, leiten wir ihn durch ein Prisma, er wird dadurch von seinem geraden Wege abgelenkt. Ebenso verfahren wir hier und mit dem gleichen Erfolge. Nur müssen wir hier entsprechend den Dimensionen der Wellen und des Strahles ein sehr großes Prisma nehmen; wir stellen dasselbe also aus einem billigen Stoffe her, etwa Pech oder Asphalt. Endlich aber können wir sogar diejenigen Erscheinungen an unserm Strahle verfolgen, welche man bisher einzig und allein am Lichte beobachtet hat, die Polarisationserscheinungen. Durch Einschiebung eines Drahtgitters von geeigneter Struktur in den Weg des Strahles lassen wir die Funken in unserm Resonator aufleuchten oder verlöschen, genau nach den gleichen geometrischen Gesetzmäßigkeiten, nach welchen wir das Gesichtsfeld eines Polarisationsapparates durch Einschieben einer Krystallplatte verdunkeln oder erhellen.

Soweit die Versuche. Bei Anstellung derselben stehen wir schon ganz und voll im Gebiete der Lehre vom Lichte. Indem wir die Versuche planen, indem wir sie beschreiben, denken wir schon nicht mehr elektrisch, wir denken optisch. Wir sehen nicht mehr in den Leitern Ströme fließen, Elektricitäten sich ansammeln; wir sehen nur noch die Wellen in der Luft, wie sie sich kreuzen, wie sie zerfallen, sich vereinigen, sich stärken und schwächen. Von dem Gebiete rein elektrischer Erscheinungen ausgehend, sind wir Schritt vor Schritt zu rein optischen Erscheinungen gelangt. Die Paßhöhe ist überschritten; der Weg senkt, ebnet sich wieder. Die Verbindung zwischen Licht und Elektricität, welche die Theorie ahnte, vermuthete, voraussah, ist hergestellt, den Sinnen faßlich, dem natürlichen Geiste verständlich. Von dem höchsten Punkte, den wir erreicht haben, von der Paßhöhe selbst, eröffnet sich uns ein weiter Einblick in beide Gebiete. Sie erscheinen uns größer, als wir sie bisher gekannt. Die Herrschaft der Optik beschränkt sich nicht mehr auf Aetherwellen, welche kleine Bruchtheile des Millimeters messen, sie gewinnt Wellen, deren Länge nach Decimetern, Metern, Kilometern rechnen. Und trotz dieser Vergrößerung erscheint sie uns von hier gesehen nur als ein kleines Anhängsel am Gebiete der Elektricität. Dieses letztere gewinnt am meisten. Wir erblicken Elektricität an tausend Orten, wo wir bisher von ihrem

Vorhandensein keine sichere Kunde hatten. In jeder Flamme, in jedem leuchtenden Atome sehen wir einen elektrischen Proceß. Auch wenn ein Körper nicht leuchtet, so lange er nur noch Wärme strahlt, ist er der Sitz elektrischer Erregungen. So verbreitet sich das Gebiet der Elektricität über die ganze Natur. Es rückt aus uns selbst näher; wir erfahren, daß wir in Wahrheit ein elektrisches Organ haben, das Auge. Dies ist der Ausblick nach unten, zum Besondern. Nicht minder lohnend erscheint von unserm Standpunkt der Ausblick nach oben, zu den hohen Gipfeln, den allgemeinen Zielen. Da liegt nahe vor uns die Frage nach den unvermittelten Fernwirkungen überhaupt. Giebt es solche? Von vielen, welche wir zu besitzen glaubten, bleibt uns nur eine, die Gravitation. Täuscht uns auch diese? Das Gesetz, nach welchem sie wirkt, macht sie schon verdächtig. In anderer Richtung liegt nicht ferne die Frage nach dem Wesen der Elektricität. Von hier gesehen verbirgt sie sich hinter der bestimmteren Frage nach dem Wesen der elektrischen und magnetischen Kräfte im Raume. Und unmittelbar an diese anschließend erhebt sich die gewaltige Hauptfrage nach dem Wesen, nach den Eigenschaften des raumerfüllenden Mittels, des Aethers, nach seiner Struktur, seiner Ruhe oder Bewegung, seiner Unendlichkeit oder Begrenztheit. Immer mehr gewinnt es den Anschein, als überrage diese Frage alle übrigen, als müsse die Kenntniß

des Aethers uns nicht allein das Wesen der ehemaligen Imponderabilien offenbaren, sondern auch das Wesen der alten Materie selbst und ihrer innersten Eigenschaften, der Schwere und der Trägheit. Die Quintessenz uralter physikalischer Lehrgebäude ist uns in den Worten aufbewahrt, daß Alles, was ist, aus dem Wasser, aus dem Feuer geschaffen sei. Der heutigen Physik liegt die Frage nicht mehr ferne, ob nicht etwa Alles, was ist, aus dem Aether geschaffen sei? Diese Dinge sind die äußersten Ziele unserer Wissenschaft, der Physik. Es sind, um in unserm Bilde zu verharren, die letzten, vereisten Gipfel ihres Hochgebirges. Wird es uns vergönnt sein, jemals auf einen dieser Gipfel den Fuß zu setzen? Wird dies spät geschehen? Kann es bald sein? Wir wissen es nicht. Aber wir haben einen Stützpunkt für weitere Unternehmungen gewonnen, welcher eine Stufe höher liegt als die bisher benützten; der Weg schneidet hier nicht ab an einer glatten Felswand, sondern wenigstens der nächste absehbare Theil des Anstiegs erscheint noch von mäßiger Neigung, und zwischen den Steinen finden wir Pfade, die nach oben führen; der eifrigen und geübten Forscher sind viele; — wie könnten wir da anders als hoffnungsvoll den Erfolgen zukünftiger Unternehmungen entgegensehen?

Pierer'sche Hofbuchdruckerei. Stephan Geibel & Co. in Altenburg.

LANE MEDICAL LIBRARY

This book should be returned on or before the date last stamped below.

Im gl

Carn uche über
Preis ge. 1893.

Carn Monistische
. 1.—.

Fore ortrag ge-
rsammlung
deutsc nber 1894.
1894.

Haec **Vorträge**
lungsl **Entwicke-**
Farbe und einer
einer Texte und

Haec **zwischen**
aft. Glau-
bensbe . Oktober
1892 i rschenden
Gesells 3. Preis
geh. M

Höffding, Harald, **Die Grundlage der humanen Ethik.** Aus dem Dänischen. 8°. 1880. Preis M. 2.40.

Strauss, David Fr., **Der alte und der neue Glaube.** Ein Bekenntnis. 8°. 11. Auflage. Mit einem Vorworte von Eduard Zeller. 1881. Preis M. 7.—.

Strauss, David Fr., **Gesammelte Schriften.** Nach des Verfassers letztwilligen Bestimmungen zusammengestellt. Eingeleitet und mit erklärenden Nachweisungen versehen von Eduard Zeller. Mit 2 Porträts des Verfassers in Stahlstich. 12 Bände. 8°. 1876—1878. Preis geh. M. 60.—, in 12 Halbfranzbänden geb. M. 75.—.

Pierer'sche Hofbuchdruckerei. Stephan Geibel & Co. in Altenburg.

Binder
Gaylord Bros., Inc.
Makers
Stockton, Calif.
PAT. JAN. 21, 1908

Hertz, H. 73614
Licht und Elektrici-
tät.
1895

NAME

DATE DUE

Im gl[illegible]

Carneri, B., **Der moderne Mensch.** Versuche über Lebensführung. kl. 8°. 3. Auflage. 1893. Preis geh. M. 3.—, geb. M. 3.60.

Carneri, B., **Empfindung und Bewusstsein.** Monistische Bedenken. 8°. 1893. Preis M. 1.—.

Forel, August, **Gehirn und Seele.** Ein Vortrag gehalten bei der 66. Versammlung deutscher Naturforscher und Aerzte in Wien am 26. September 1894. 1894. Preis M. 1.—.

Haeckel, Ernst, **Gesammelte populäre Vorträge aus dem Gebiete der Entwickelungslehre.** I. Heft mit 50 Abbildungen im Texte und einer Farbendrucktafel. II. Heft mit 30 Abbildungen im Texte und einer Farbendrucktafel. 1878/79. 8°. Preis M. 8.—.

Haeckel, Ernst, **Der Monismus als Band zwischen Religion und Wissenschaft.** Glaubensbekenntnis eines Naturforschers, vorgetragen am 9. Oktober 1892 in Altenburg beim 75jährigen Jubiläum der Naturforschenden Gesellschaft des Osterlandes. 8°. 5. Auflage. 1893. Preis geh. M. 1.60.

Höffding, Harald, **Die Grundlage der humanen Ethik.** Aus dem Dänischen. 8°. 1880. Preis M. 2.40.

Strauss, David Fr., **Der alte und der neue Glaube.** Ein Bekenntnis. 8°. 11. Auflage. Mit einem Vorworte von Eduard Zeller. 1881. Preis M. 7.—.

Strauss, David Fr., **Gesammelte Schriften.** Nach des Verfassers letztwilligen Bestimmungen zusammengestellt. Eingeleitet und mit erklärenden Nachweisungen versehen von Eduard Zeller. Mit 2 Porträts des Verfassers in Stahlstich. 12 Bände. 8°. 1876—1878. Preis geh. M. 60.—, in 12 Halbfranzbänden geb. M. 75.—.

Pierer'sche Hofbuchdruckerei. Stephan Geibel & Co. in Altenburg.

Binder
Gaylord Bros., Inc.
Makers
Stockton, Calif.
PAT. JAN. 21, 1908

73614
Hertz, H.
Licht und Elektricität.
895
NAME
DATE DUE